

Technická univerzita v Liberci

Ústav zdravotnických studií

Studijní program: B 3944 Biomedicínská technika

Studijní obor: 3901R032 Biomedicínská technika

## **Ověření věrohodnosti patientského simulátoru**

Plausibility check of patient's simulator

Kateřina Záhorová

Bakalářská práce  
2012

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Ústav zdravotnických studií

Akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Záhorová**  
Osobní číslo: **Z09000015**  
Studijní program: **B3944 Biomedicínská technika**  
Studijní obor: **Biomedicínská technika**  
Název tématu: **Ověření věrohodnosti patientského simulátoru**  
Zadávací katedra: **Ústav zdravotnických studií**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Proveďte rešerši v oblasti patientských simulátorů se zaměřením na novorozenecké. Dále zjistěte, jaký je vliv uživatelem nastavitelných parametrů simulátoru Laerdal Sim NewB na věrohodnost chování patientského simulátoru a zhodnoťte efektivitu proškolení zdravotnického personálu v resuscitaci novorozence, prováděné na tomto simulátoru.

Rozsah grafických prací: **např. 10 tabulek a 10 grafů**

Rozsah pracovní zprávy: **50 - 70 stran**

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

**ČSN EN 60601-1 1. ed. a všechny její změny**

**FENDRYCHOVÁ, Jaroslava, BOREK, Ivo. Intenzivní péče o novorozence. Brno: Národní centrum ošetřovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2007. 403 s. ISBN 978-80-7013-447-4.**

**ČSN EN 60601-1 2. ed. a všechny její změny**

**ČSN EN 1970**

**RILEY, Richard H. Manual of simulation in healthcare. New York : Oxford University Press, 2008. 548 s. ISBN 978-0-19-920585-1.**

Vedoucí bakalářské práce:

**Ing. Petr Kudrna**

Ústav zdravotnických studií

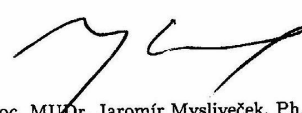
Datum zadání bakalářské práce: **15. září 2010**

Termín odevzdání bakalářské práce: **30. dubna 2012**

prof. Dr. Ing. Zdeněk Kůs  
rektor



doc. MUDr. Jaromír Mysliveček, Ph.D.  
ředitel



V Liberci dne 30. listopadu 2010

Studentka  
**Kateřina ZÁHROVÁ**  
Z09000015  
Dolní Dvůr 167  
543 42 okres Trutnov

Vyřizuje: Bc. K.Pecháčková/485 353 774

V Liberci dne 13. dubna 2012  
č.j.: 12/8518/0143-02

**Vyjádření k žádosti o částečnou změnu obsahu bakalářské práce**

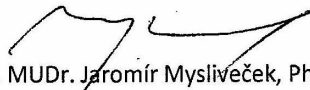
Vážená studentko,

na základě Vaší žádosti ze dne 15.3.2012, zaevidované pod č.j.: 12/8518/0143-01, Vám sděluji, že **souhlasím** s částečnou změnou obsahu Vaší bakalářské práce.

Opravené zadání:

Provedte rešerši v oblasti patientských simulátorů se zaměřením na novorozenecké. Dále zjistěte, jaký je vliv uživatelem nastavitelných parametrů simulátoru Laeder Sim NewB na věrohodnost chování patientského simulátoru a zhodnoťte efektivitu proškolení zdravotnického personálu v resuscitaci novorozence prováděné na tomto simulátoru.

S.pozdravem

  
doc. MUDr. Jaromír Mysliveček, Ph.D.  
ředitel



## ŽÁDOST

Jméno: KATEŘINA ZAHOROVÁ  
Ročník: 3. Osobní číslo: Z09000015 Datum narození: 11.12.1989  
Studijní obor: BIOMEDICÍNSKÁ TECHNIKA Prezenční studium\*/Kombinované studium\*  
Adresa trvalého bydliště: DOLNÍ DVŮR 167, 543 42, okr. TRUTNOV  
Adresa určena pro doručování: DOUBRAVA 88, ŽDÁR 294 11  
Číslo telefonu: +420 739 692 154 E-mail: katerina.zahorova1@tul.cz

### Odůvodnění

Z důvodu částečné změny obsahu mé bakalářské práce Vás tímto žádám o úpravu údajů.  
Tato změna proběhla na základě domluvy s vedoucím práce Ing. Petrem Kudrnou.

### Opravené zadání:

Proveďte rešerši v oblasti patientských simulátorů se zaměřením na novorozenecké. Dále zjistěte jaký je vliv uživatelem nastavitelných parametrů simulátoru Laerdal Sim NewB na věrohodnost chování patientského simulátoru a zhodnoťte efektivitu proškolení zdravotnického personálu v resuscitaci novorozence, prováděné na tomto simulátoru.

v LIBERCI 15.3.2012

datum

podpis studenta

Prohlašuji, že jsem pravdivě vyplnil/a veškeré údaje.

## VYJÁDŘENÍ ÚSTAVU

Rozhodnutí ředitele:

6.4.2012

Rozhodnutí rektora:

## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědoma toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím diplomové práce a konzultantem.

Datum

24.4.2012

Podpis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'K. Zdeněk' or similar, written in a cursive style.

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Petru Kudrnovi za odborné vedení při psaní této práce. Dále bych chtěla poděkovat celému kolektivu personálu z oddělení neonatologie Gynekologicko-porodnické kliniky Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a 1.LF UK za jejich ochotu spolupráce při hodnocení simulátoru a výcviku.

## **Anotace**

Bakalářská práce obsahuje rešerši v oblasti patientských simulátorů se zaměřením na novorozenecké. Z novorozeneckých simulátorů byl vybrán model SimNewB (Laerdal, Norsko), který je v práci podrobně popsán a je provedeno ověření jeho věrohodnosti. Druhá část práce se obsahuje rozbor výukového procesu v resuscitaci novorozence a zhodnocení jeho efektivnosti.

### **Klíčová slova**

Simulace, simulátor novorozence SimNewB, resuscitační přístroj Neopuff (Fisher & Paykel, Nový Zéland), resuscitace novorozence, výukový proces

## **Annotation**

This work contains an information searching in section of patient's simulators focusing on simulators of newborn. From newborn simulators was chosen product SimNewB (Laerdal, Norsko) which is described in detail. Furthermore, there been done a plausibility check of this product. Second part of work contains an analysis of learning process in resuscitation of newborn and evaluation of his effectiveness.

### **Keywords**

Simulation, newborn simulator SimNewB, infant resuscitator Neopuff (Fisher & Paykel, New Zealand), resuscitation of newborn, learning process

# Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk.....	10
Seznam obrázků a tabulek .....	11
Úvod.....	12
1. Rešerše v oblasti patientských simulátorů .....	13
1.1 Simulátory biosignálů .....	13
1.2 Figuríny.....	14
1.2.1 Trenažéry představující část pacienta .....	14
1.2.2 Celopacientské simulátory .....	14
2. Popis simulátoru SimNewB (Laerdal, Norsko) .....	17
2.1 Základní údaje.....	17
2.2 Zevní provedení, pohyblivost .....	17
2.3 Dýchací systém .....	18
2.4 Kardiovaskulární systém.....	19
2.5 Ostatní funkce .....	19
2.6 Simulační scénáře .....	20
2.7 Popis obrazovky ovládacího počítače .....	20
2.8 Příslušenství .....	23
3. Výcvik ošetrovatelského personálu .....	24
3.1 Oddělení, kde výcvik probíhá.....	24
3.2 Umístění simulátoru.....	24
3.3 Význam výcviku .....	26
3.4 Systém výuky.....	26
3.4.1 Osoby zúčastněné při výcviku .....	27
3.4.2 Četnost školení.....	27
3.4.3 Systém vytváření týmů pro resuscitaci .....	28
3.4.4 Stručný popis průběhu resuscitace.....	28
3.4.5 Volba pomůcek .....	28
3.4.6 Hodnocení výcviku, zpětná vazba .....	29

4. Resuscitace novorozence .....	30
4.1 Definice a pojmy .....	30
4.2 Hlavní příčiny .....	30
4.3 Před zahájením resuscitace .....	31
4.4 Uvolnění dýchacích cest a zajištění dýchání .....	32
4.5 Zajištění krevního oběhu.....	32
4.6 Pomůcky pro resuscitaci .....	33
4.7 Popis a funkce resuscitačního přístroje <i>Neopuff<sup>TM</sup></i> (Fisher&Paykel, Nový Zéland).....	34
4.7.1 Důvody pro využití přístroje.....	34
4.7.2 Nastavení požadovaných hodnot .....	34
4.7.3 Způsob použití .....	35
5. Popis praktického výcviku zdravotnického personálu v resuscitaci na novorozeneckém simulátoru .....	36
5.1 Příchod do simulační místnosti a zahájení resuscitace .....	36
5.2 Průběh resuscitace.....	37
5.3 Hodnocení praktického provedení resuscitace novorozence .....	37
6. Zhodnocení věrohodnosti patientského simulátoru a výukového systému resuscitace novorozence .....	38
6.1 Věrohodnost patientského simulátoru .....	38
6.1.1 Fyzická věrohodnost simulátoru .....	38
6.1.2 Funkční věrohodnost simulátoru .....	38
6.1.3 Věrohodnost patientského simulátoru podle mínění ošetřujícího personálu .....	40
6.2 Zhodnocení efektivity proškolení zdravotnického personálu .....	41
6.2.1 Hodnocení školení podle mínění ošetřujícího personálu .....	42
6.3 Úloha biomedicínského technika při výuce .....	42
Závěr .....	43
Použitá literatura .....	44
Seznam příloh .....	45

## Seznam použitých symbolů a zkratek

JIP	Jednotka intenzivní péče
JIRP	Jednotka intenzivní a resuscitační péče
VFN	Všeobecná fakultní nemocnice v Praze
EKG	Elektrokardiogram
NIBP	Non Invasive Blood Pressure
KPR	Kardio – pulmonální resuscitace
bpm	beats per minute (počet srdečních tepů za minutu)
1.LF UK	1.lékařská fakulta Univerzity Karlovy
CNS	Centrální nervový systém
PEEP	Positive End Expiratory Pressure
PIP	Positive Inspiratory Pressure

## Seznam obrázků a tabulek

- Obr. 1.1 – Simulátor životních funkcí pacienta ProSim 8 (Fluke Biomedical, USA)
- Obr. 1.2 – Model paže pro nácvik intravenózních injekcí (Helago, Česká republika)
- Obr. 1.3 – Ošetrovatelská figurína Mrs.Chase
- Obr. 2.1 – Novorozenecký simulátor SimNewB
- Obr. 2.2 – Intubace pacienta pomocí endotracheální trubice
- Obr. 2.3 – Neinvazivní měření krevního tlaku
- Obr. 2.4 – Ovládací část uživatelského prostředí
- Obr. 2.5 – Zobrazovací část uživatelského prostředí
- Obr. 2.6 – Monitor životních funkcí dodávaný k rozšířené verzi SimNewB
- Obr. 3.1 – Schematický plán oddělení neonatologie – GPK VFN v Praze
- Obr. 3.2 – Plánek simulační místnosti
- Obr. 3.3 – Proces učení
- Obr. 4.1 – a) Správná poloha hlavy a krku pro ventilaci  
b) Správná poloha obličejové masky při insuflaci
- Obr. 4.2 – a) Kompresie hrudníku pomocí dvou prstů směřujících kolmo k pacientovi  
b) Správný postup při kompresi metodou obejmutí  
c) Chybný postup při kompresi metodou obejmutí (malé ruce)
- Obr. 4.3 – Resuscitační přístroj Neopuff™
- Obr. 4.4 – Dva možné způsoby řízení ventilace při resuscitaci
- Obr. 6.1 – Absence vzájemného propojení systémů celopacientského simulátoru
- Tab. 1 – Skórovací tabulka dle Apgarové



## Úvod

Simulacemi se obecně rozumí napodobování určitých dějů nebo procesů, které jsou využívány za cílem praktické přípravy osob pro konkrétní situace. Velké spektrum jejího využití nezahrnuje pouze zdravotnictví, ale je i nezbytným prostředkem pro výcvik pracovníků z oborů, jako je například letectví, doprava nebo bezpečnostní inženýrství.

Pro samotné simulace jsou nezbytné modely, které jsou představovány abstraktními systémy, v případě výpočetních simulací, nebo ryze fyzické modely pro demonstraci daného jevu či situace. Modely slouží k co nejvěrohodnějšímu napodobení testované situace, avšak nikdy nedokáží a ani nemohou vystihnout 100% realitu.

Pacientská simulace je poměrně nová výuková metoda, která lékařům, zdravotním sestrám, nebo i ostatním zdravotnickým pracovníkům umožňuje zdokonalovat jejich dovedností v různých situacích. Simulované scénáře dnes již téměř dokonale odpovídají skutečnosti. Nepochybnou výhodou tohoto systému je, že při získávání zkušeností se vyučovaná osoba nemusí obávat poškození zdraví skutečného člověka.

Tato práce se zabývá konkrétním simulátorem, který je součástí výukového programu pro neonatologické oddělení s JIP/JIRP, Gynekologicko-porodnické kliniky, VFN v Praze. Hlavním smyslem výukového programu je zdokonalení dovedností ošetrovatelského personálu v resuscitaci novorozence.

Výukový systém, aplikovaný na již zmíněném oddělení, využívá sofistikovaného novorozeneckého simulátoru SimNewB. Součástí práce je i zhodnocení, zda má tento výukový systém prokazatelný vliv na zlepšení praktických dovedností zdravotnického personálu v resuscitaci novorozence.

## 1. Rešerše v oblasti patientských simulátorů

V současné době je na trhu k dispozici rozsáhlá řada nabídek patientských simulátorů různých typů a velikostí a tato kapitola je zaměřena na jejich rozdělení. Simulovat lze buď pouze veličiny (jednu nebo více) nebo celý proces. Při simulaci procesu je možné imitovat jen dílčí úkony či provádět komplexní simulaci jako je například resuscitace novorozence.

### 1.1 Simulátory biosignálů

Simulátory biosignálů představují životní funkce pacienta v podobě jednotlivých veličin. Téměř bez výjimky jsou konstruovány jako malá zařízení s různým možným počtem vstupů a výstupů, závislým na počtu simulovaných funkcí. V praxi se nejvíce využívají pro simulaci EKG signálů a jako simulátor tlaků, teploty a saturace.

Technicky vyspělejší přístroje mohou mimo fyziologického vytvářet také patologický EKG signál. Simulace různých typů arytmí je velmi přínosná při edukaci zdravotnických pracovníků. Dále je možno simulovat například minutový srdeční výdej, NIPB, saturaci kyslíkem nebo také fetální a mateřské EKG. Přínos těchto přístrojů pro biomedicínské techniky je velice významný. Simulátory biosignálů slouží především pro komplexní ověření veškeré funkcionality monitorů životních funkcí, případně při kalibraci lékařských přístrojů a zařízení.



*Obr. 1.1 – Simulátor životních funkcí pacienta ProSim 8 (Fluke Biomedical, USA)*

## 1.2 Figuríny

Zde se jedná o simulátory nahrazující tělo pacienta nebo jeho část.

### 1.2.1 Trenažéry představující část pacienta

Do této kategorie spadají pomůcky používané především pro zdokonalování dovedností lékařů při specializovaných vyšetřeních nebo při chirurgických zákrocích. Část těla, na které se cvičení provádí, se označuje jako trenažér. Trenažérem může být například končetina nebo její část, určitý orgán nebo celá orgánová soustava. Mezi nejrozšířenější patří mužské a ženské pánevní simulátory, umělé cévy pro nácvik vpichování injekcí a různé typy trenažérů chirurgického šití. Trenažéry bývají dodávány jak s umělými orgány ve fyziologickém stavu, tak i s patologickými nálezy.



*Obr. 1.2 – Model paže pro nácvik intravenózních injekcí (Helago, Česká republika)*

### 1.2.2 Celopacientské simulátory

#### a) Mechanické figuríny

První známá ošetrovatelská figurína byla představena v 50.letech 20.století v Anglii. Jednalo se o model dospělé ženy, pojmenované po své autorce Mrs. Chase. (Viz obr. 1.3) Tento model byl ještě poměrně nepohyblivý.



*Obr. 1.3 – Ošetrovatelská figurína Mrs.Chase*

Současné mechanické figuríny se vyrábějí se v různých velikostech podle toho, jak starého pacienta představují. Nejčastěji slouží pro výcvik ošetrovatelského personálu, který si tak osvojuje dovednosti při manipulaci s pacientem. Aby bylo dosaženo co největší autentičnosti, mají modely téměř dokonale vypracovány pohyby kloubů, oční víčka bývají pohyblivá a kůže je imitována silikonovým potahem ve specifické barvě.

#### **b) Elektronicky řízené simulátory**

Tyto simulátory mají zevní provedení totožné s předchozí skupinou. Rozdíl mezi nimi je ale výrazný. U těchto modelů nechybí softwarová vybavenost. Jedná se především o simulaci fyziologických funkcí, jejichž počet je často rozhodujícím faktorem při výběru vhodného simulátoru. U většiny modelů je samozřejmostí simulace srdeční činnosti, měření saturace tkání kyslíkem a sledování dechové aktivity. Jsou vhodné zejména pro trénink resuscitace, jejíž včasné a přesné provedení hraje velkou roli při záchraně života pacienta. Velmi často bývají tyto simulátory dodávány spolu s monitorem životních funkcí, na kterém je možno sledovat současný stav pacienta, respektive simulátoru.

### Novorozenecké simulátory

Na výrobu simulátorů novorozence s elektronickým řízením se specializuje jen několik firem. V nadcházejícím textu budou představeny jejich vybrané produkty. Mezi nejvýznamnější výrobce patří Gaumard, METI a Laerdal.

Jediným výrobcem, který má ve svém sortimentu simulátor nedonošeného novorozence, je společnost Gaumard sídlící v Miami ve Spojených státech. Jejich simulátor představuje nezralého novorozence narozeného v 28. týdnu gestace. Z důvodu vzrůstajícího počtu předčasných porodů je model PREMIE blue velice užitečný. Jeho velkou předností je velmi věrohodná podoba s reálným novorozencem. Toho je dosaženo pomocí tzv. „SmartSkin<sup>TM</sup> Technology“, kdy je pro imitaci kůže použit speciální silikon. Pod kůží v oblasti obličeje a všech končetin jsou instalována modrá světla pro imitaci cyanózy. Podsvícení je navíc spojeno s oběhovým a dýchacím systémem a reaguje na změny jejich fyziologických hodnot. Na simulátoru lze nacvičovat běžné procedury jako je kardiopulmonální resuscitace, intubace a palpce důležitých povrchových cév. Mimo jiné je figurína zkonstruována pro nácvik intraoseálních vpichů, odsávání a rozpoznávání správné pozice kyčlí. Gaumard dále nabízí simulátory fyziologických novorozenců, dětí různého věku a dospělých. [1]

Další společností nabízející sofistikovaný dětský simulátor je firma METI, rovněž ze Spojených států. Jejich figurína představuje pacienta ve věku přibližně šest měsíců a její vzhled se od předchozího modelu podstatně liší. Figurína nemá pohyblivé klouby končetin, což značně ovlivňuje její celkovou pohyblivost a manipulaci s ní. Mimo běžných funkcí jsou u této figuríny pozoruhodné sekreční výstupy (slzení, slinění, močení) a tepot fontanel. [2]

Společnost Laerdal má ve svém sortimentu celou řadu sofistikovaných celopacientských simulátorů, mezi které patří i novorozenecký simulátor SimNewB. Vzhledem k faktu, že studium modelu SimNewB je předmětem této bakalářské práce, bude mu v nadcházejícím textu věnována samostatná kapitola.

## 2. Popis simulátoru SimNewB (Laerdal, Norsko)

### 2.1 Základní údaje

SimNewB je interaktivní simulátor věrohodně napodobující anatomickou stavbu novorozence narozeného v termínu a jeho vitální funkce. Model je určen zejména pro komplexní nácvik kardiopulmonální resuscitace v nemocničním prostředí. Díky svému realistickému provedení je vhodný i pro aplikaci do kurzů, kde se probandí procvičují v týmové spolupráci a vzájemné komunikaci.

Klasickou verzi simulátoru je možné rozšířit o řadu hardwarových i softwarových doplňků, které spolu s možností napojit figurínu na reálnou zdravotnickou techniku umožňují docílit velmi věrohodného procesu celé simulace.

Simulátor představuje fyziologického novorozence ženského pohlaví o hmotnosti 3,2 kg a délce 53 cm. Figurína se může jevit jako zdravý pohybující se a plačící novorozenec nebo též jako bezvládné cyanotické tělo. Obsluha simulátoru může vybírat z přednastavených scénářů, z nichž při výcviku zvolí jeden, který nejvíce vyhovuje pro nácvik požadované situace.



*Obr. 2.1 – Novorozenecký simulátor SimNewB*

### 2.2 Zevní provedení, pohyblivost

Nosnou kostru simulátoru tvoří pláty z tvrdého plastu, které jsou navzájem pevně nebo pohyblivě spojeny. Po celém povrchu jsou tyto pláty pokryty vrstvou silikonu pleťové barvy. Tento materiál by se měl svými vlastnostmi co nejvíce podobat kůži novorozence.

Pohyby hlavy, paží v ramenním kloubu a nohou v kyčelním kloubu je možné ovládat elektro-pneumatickými moduly. Model také umožňuje další pohyby, ale jen v omezeném rozsahu. Například dolní končetiny je možné ohnout v koleni o malý úhel působením malé, ne však zanedbatelné síly. Oblast obličeje je zcela nepohyblivá. Oči figuríny jsou permanentně zavřeny, ústa jsou naopak otevřena.

## 2.3 Dýchací systém

Respirační systém je tvořen anatomicky věrnými dýchacími cestami, díky čemuž je na modelu možné provádět nácvik intubace pomocí endotracheální trubice. Na figuríně je vstup do dýchacích cest zprostředkován pomocí úst a nosních dírek. Plíce simulátoru jsou představovány dvojicí vzduchových vaků.



*Obr. 2.2 – Intubace pacienta pomocí endotracheální trubice*

Simulátor prezentuje spontánní dýchání s možností nastavení požadované dechové frekvence. Elevace hrudníku je zajištěna pomocí implantovaných vaků propojených trubicí s horními cestami dýchacími a je synchronizována s dechovou frekvencí. Zvedání hrudníku je umožněno jak bilaterálně tak i unilaterálně a to až do hodnoty 100 dechů za minutu. Díky tlakovému senzoru je možné sledovat plnění plic vzduchem při arteficiálním dýchání v průběhu KPR na řídicím monitoru. Tato funkce je velmi užitečná během praktického výcviku pro posuzování kvality prodechování, která souvisí se správným přiložením masky. Propojení simulátoru s mechanickými ventilátory není dovoleno, proto je nutné používat pro umělé dýchání především samorozpínací vak. Model také dokáže imitovat fyziologické i abnormální zvuky dýchací soustavy a zvuk dětského pláče.

## 2.4 Kardiovaskulární systém

Novorozenecký simulátor je schopen vytvářet fyziologické i celou řadu patologických srdečních ozev. Srdeční rytmus je možné upravovat manuálně na řídicím počítači a to až do hodnoty 300 bpm. Pomocí stetoskopu jsou znatelné jednotlivé srdeční ozvy a šelesti. V oblasti pod sternem je aplikován tlakový senzor pro snímání hloubky stlačení. Při nepřímé srdeční masáži je důležité, aby jednotlivá stlačení byla prováděna s danou frekvencí, na správném místě a s dostatečnou hloubkou. V případě dodržení těchto tří podmínek se na ovládacím monitoru objeví speciální symbol.

Na povrchu figuríny je patrná pulsace na pupečníku a na brachiální artérii, kde můžeme měřit krevní tlak neinvazivní metodou pomocí Korotkových ozev. (Viz obr. 2.3) Na obou nohách je speciální zařízení pro intraoseální vpichy.



*Obr. 2.3 - Neinvazivní měření krevního tlaku*

## 2.5 Ostatní funkce

Figurína simuluje i umbilikální pulsaci na pupečníku, který je tvořen odjímatelnou silikonovou hadičkou o délce přibližně 15 cm. V hadičce jsou paralelně vytvořeny dvě dutinky, z nichž jedna představuje arterii a druhá vėnu. U simulátoru je také možnost volby ze tří zornic – normální, rozšířené a zúžené. Zornice je ovšem nutné měnit manuálně.

Operátor má možnost prostřednictvím řídicího počítače ovládat farmakologický model simulátoru tím, že virtuálně podává novorozenci přednastavená farmaka.



## 2.6 Simulační scénáře

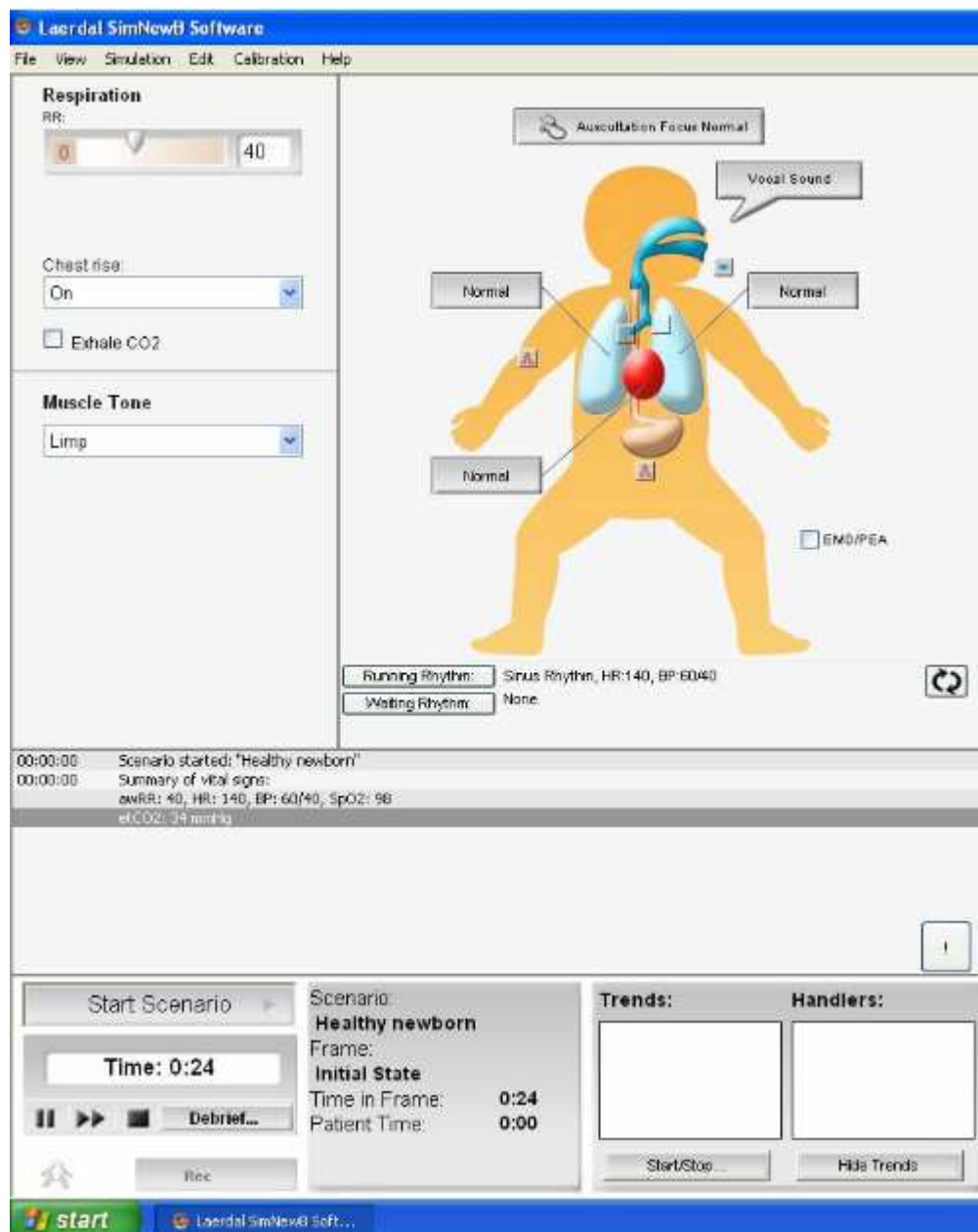
Zcela nezbytnou součástí celého simulačního procesu jsou simulační scénáře. Výrobce Leardal nabízí ke svému produktu 20 různých scénářů v základní sadě, které byly vytvořeny ve spolupráci se společnostmi zabývajícími se optimalizací postupů při resuscitaci. Vedoucí praktické části školení z nich vybírá takový, aby co nejvíce vyhovoval pro nácvik požadované situace. Jednotlivé scénáře jsou rozděleny do pěti základních skupin:

- Nestabilní respirační systém
- Šokové stavy
- Stabilizační scénáře
- Vrozené vady
- Rodičovská péče

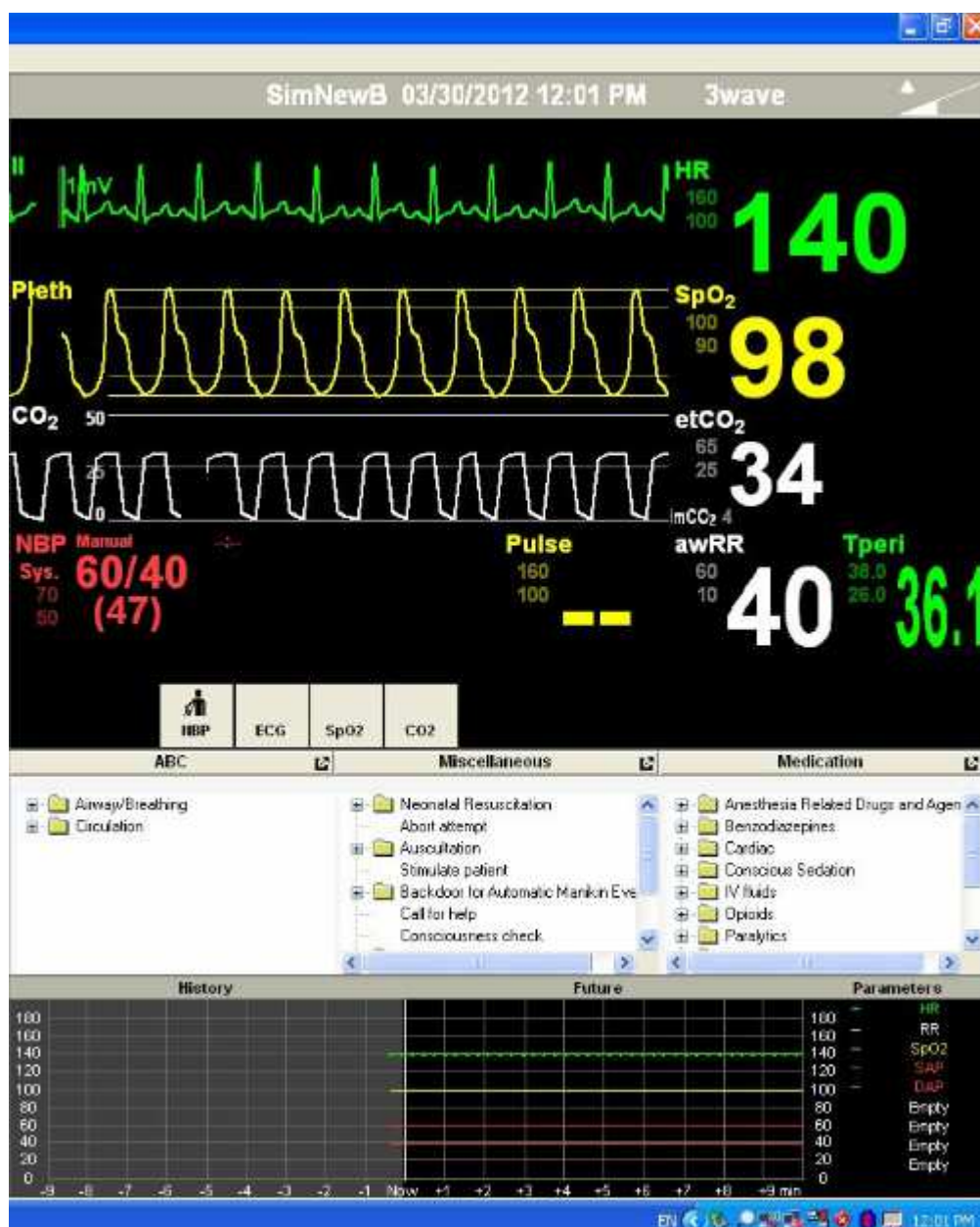
## 2.7 Popis obrazovky ovládacího počítače

Uživatelské prostředí pro ovládání funkcí novorozeneckého simulátoru SimNewB je velmi přehledné. Obrazovka je rozdělena na část ovládací (vlevo) a část zobrazovací (vpravo).

V ovládací části se nachází několik samostatných oddílů. V levém horním rohu se nachází ovládání respiračního systému. Hodnotu dechové frekvence může operátor měnit položkou RR (Respiration Rythm). Výběrem On/Off v položce Chest rise lze nastavit, zda se bude při dýchání figuríně zvedat hrudník či nikoliv. Pod tímto oddílem se nachází položka Muscle tone, kterou ovládáme svalový tonus. Na výběr jsou tři různé stupně svalového napětí a spontánní pohyby končetin. V pravém horním rohu se nachází karikatura novorozence s vnitřními orgány. Při správném plnění plic vzduchem se na plicích novorozence na obrazovce objeví tmavě modré hladiny, které jsou tím vyšší, čím více vzduchu se do plic dostalo. Podobnou metodou lze sledovat, zda je nepřímá srdeční masáž prováděna bezchybně. Při dobře prováděném stlačování hrudníku můžeme zpozorovat ikonku na obrázku srdce. Tímto způsobem může operátor hodnotit správnost postupování probandů při resuscitaci. Samotný scénář a stopky se spouští ve spodním oddíle ovládací části obrazovky pomocí položky Start scenario.



Obr. 2.4 – Ovládací část uživatelského prostředí



Obr. 2.5 – Zobrazovací část uživatelského prostředí

V pravé části obrazovky můžeme pozorovat zmenšený obraz monitoru patientských funkcí, který zobrazuje aktuální fyziologické funkce imaginárního novorozence. Ve středním oddíle se nachází položky pro výběr scénářů. Operátor simuluje podání farmak výběrem konkrétního léku z nabídky Medication. Ve spodním oddíle lze sledovat, jak se fyziologické hodnoty vyvíjely a jak se budou vyvíjet dále.

## 2.8 Příslušenství

Společnost Laerdal nabízí svůj produkt SimNewB ve standardní verzi a ve verzi s rozšířeným příslušenstvím. Ve standardním balení je dodáváno: figurína novorozence, kontrolní jednotka SimNewB s ovladačem, kompresor, manžeta pro měření neinvazivního krevního tlaku, sada spotřebního materiálu, hadice pro vedení plynu, operační software, návod k použití a příručky pro nácvik resuscitace novorozence. Rozšířená verze navíc zahrnuje: počítač pro řízení simulátoru, laptop pro operátora simulace, monitor životních funkcí s dotykovým displejem a kamery s USB připojením pro záznam praktického výcviku na figuríně. U výrobce si lze přiojednat speciální příslušenství jako například transportní kufřík, pupeční šňůru nebo rozšířený video systém. Pro nácvik speciálních ošetření novorozeneckého pacienta Laerdal nabízí simulátor s možností výběru několika vrozených vad.



*Obr. 2.6 - Monitor životních funkcí dodávaný k rozšířené verzi SimNewB*

Monitor zobrazuje aktuální hodnoty fyziologických funkcí novorozeneckého simulátoru. Mezi tyto hodnoty patří: srdeční rytmus, EKG, saturace kyslíkem, dechová frekvence a krevní tlak. Dotykový displej umožňuje jeho rychlé a snadné ovládání. [3]

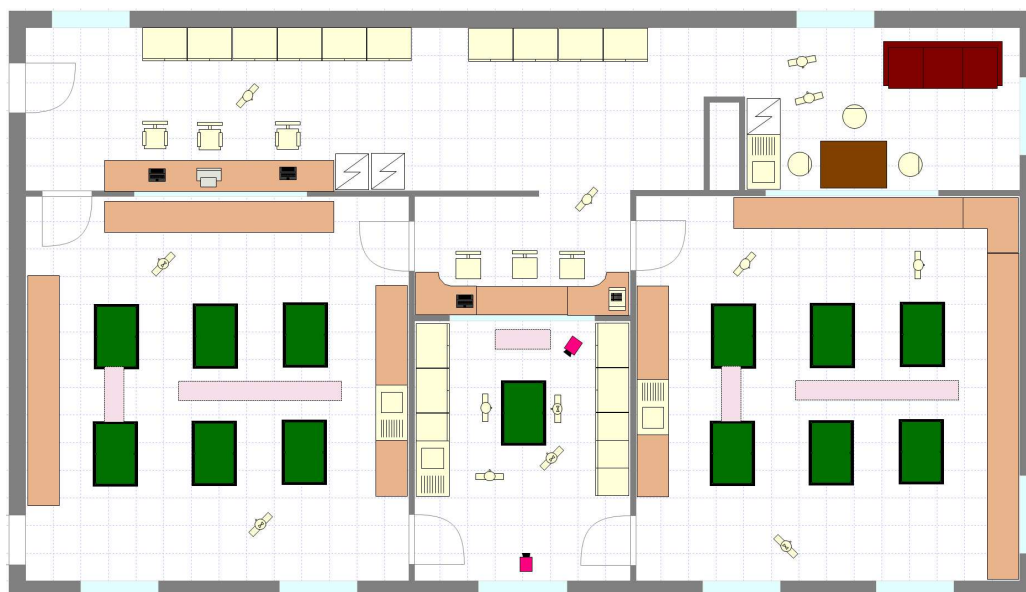
### 3. Výcvik ošetrovateľského personálu

#### 3.1 Oddělení, kde výcvik probíhá

Výzkumná část práce probíhala na Oddělení neonatologie s JIP/JIRP, Gynekologicko-porodnické kliniky Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a 1.LF UK. Jednotka intenzivní a resuscitační péče se zaměřuje na předčasně narozené novorozence od 23. týdne gestace, o hypotrofické novorozence (tj. o novorozence s nižší porodní váhou, než která odpovídá týdnu porodu) a o novorozence s nějakou patologií (např. vrozené vývojové vady, problémy s dýcháním a krevním oběhem). Úsek intenzivní péče (JIP) má k dispozici 12 lůžek, úsek resuscitační péče (JIRP) potom o jedno lůžko více. Oddělení je vybaveno světově srovnatelnými přístroji vysoké kvality jako jsou inkubátory, monitory životních funkcí, různé typy plicních ventilátorů a infuzní pumpy. Do vybavení oddělení patří také interaktivní novorozenecký simulátor SimNewB (Laerdal, Norsko) sloužící jako prostředek interní výuky zdravotnického personálu, která bude podrobněji popsána v následující kapitole.

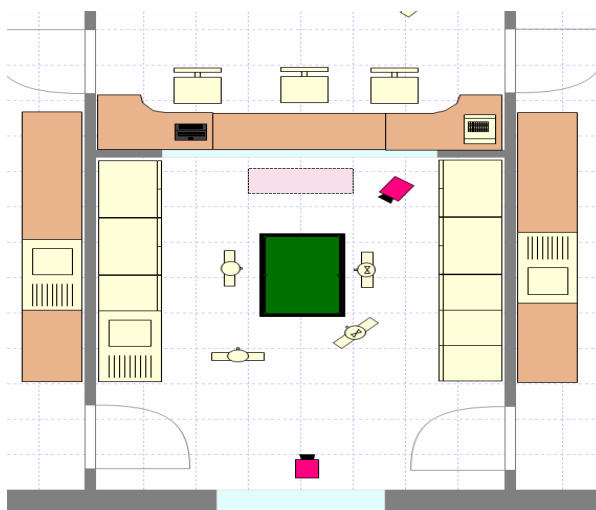
#### 3.2 Umístění simulátoru

Aby se simulace co nejvíce přiblížila skutečnému procesu, je figurína novorozence umístěna do reálného prostředí oddělení. Toto uspořádání umožňuje pronikání atmosféry skutečného provozu do výukové místnosti a výrazně se tak zvyšuje kvalita školení.



Obr. 3.1 – Schematický plán oddělení neonatologie – GPK VFN v Praze

Samotná simulační místnost je průchozí a nachází se mezi dvěma hlavními prostory s lůžky se skutečnými pacienty. Prostor s figurínou je možné sledovat z lékařského stanoviště přes poměrně široký průzor tvořený plexisklem. Tím lze zajistit dostatečné realistické provádění výuky.



*Obr. 3.2 – Plánek simulační místnosti*

Figurína je uložena na lůžku vybaveným bočnicemi a panelem s mnohými funkcemi.

Osvětlení simulátoru je zajištěno zářivkami s volitelnou intenzitou světla umístěnými na panelu nad figurínou. Velkým oknem do místnosti prostupuje dostatečně silné denní světlo a není tedy vždy nutné používat světlo umělé. Osvětlení při tréninku resuscitace na simulátoru má jen průměrnou důležitost. Probandi například sledují pohyby hrudníku, které jsou však dobře patrné i při běžném denním světle. Figurína je dále schopna imitovat zmodrání novorozence v oblasti úst, což je na simulátoru paradoxně nejlépe zřetelné při minimálním osvětlení. V reálné situaci není snadné zmodrání novorozence rychle v šeru rozpoznat. Také je nutné brát ohled na to, že pro reálného novorozence je nadměrné umělé osvětlení zcela nepřírozené.

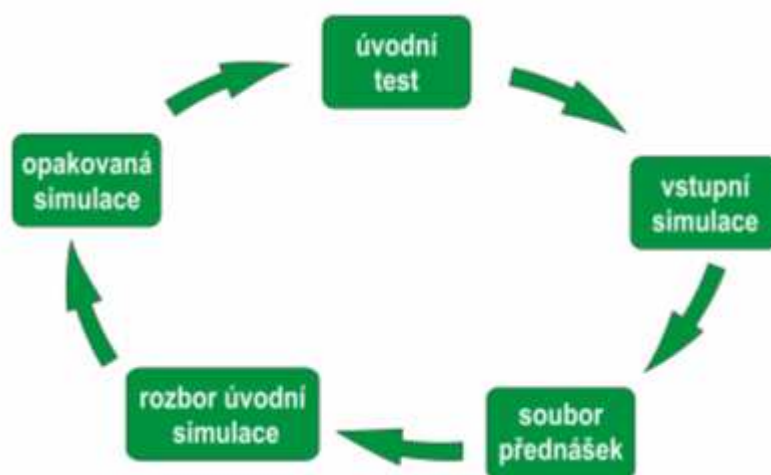
Volný prostor kolem lůžka s figurínou je dle mého názoru zcela dostačující. Sestry tak mají možnost zvolit si pohodlnou polohu pro provádění srdeční masáže, která je zejména pro netréňované jedince, velmi fyzicky náročná.

### 3.3 Význam výcviku

Předpokladem úspěšné resuscitace je její včasné zahájení a kvalita jejího provedení. Rychlost zahájení resuscitace novorozence má prokazatelný vliv na pravděpodobnost jeho přežití. Důležitou roli zde hraje například synchronizace zachránců, použití správných pomůcek, sledování životních funkcí v pravidelných intervalech nebo také posouzení vhodnosti užití speciálních lékařských přístrojů určených pro resuscitaci. Opakovaným procvičováním těchto dovedností na simulátoru lze dobu záchrany snížit na co nejkratší a zvýšit tak šance dítěte na přežití a současně snížit riziko trvalých následků, způsobených nedostatečným krevním zásobením konkrétního orgánu.

### 3.4 Systém výuky

Optimální zajištění celého výukového procesu a jeho vyhodnocení je klíčovým faktorem provozování simulátoru jako předmětu výcviku zdravotnického personálu na neonatologickém oddělení. Průběh kurzu je volen tak, aby bylo možno sledovat zlepšování dovedností jeho účastníků. Výukový postup je založen na tzv. kruhu učení aplikovaným na školení ošetrovatelského personálu.



Obr. 3.3 – Proces učení

Na úvod kurzu sestry nejprve napíší průzkumný test, který je zaměřen na fyziologii novorozence a na teorii jeho resuscitace. (Viz příloha č.1.) Následně probandi absolvují simulované situace, které jsou hodnoceny podle jednotlivých kritérií. Modelové situace jsou pro všechny probandy stejné. Po vstupních testech a úvodních simulacích probíhá

soubor přednášek k dané problematice. Dále je proveden rozbor úvodních simulací hlavní školící sestrou. S určitou časovou prodlevou se úvodní situace opakují a jsou znovu vyhodnocovány. Absolvování kurzu je pro všechny sestry na oddělení povinné. [4]

### 3.4.1 Osoby zúčastněné při výcviku

**Školící sestra** – jejím hlavním úkolem je organizace celého výukového procesu. Má na starosti zaškolování nově příchozích sester a průběžné zdokonalování dovedností sester stávajících. Dále připravuje soubory přednášek, testy zjišťující vzdělanost sester a konzultace ohledně nových postupů při resuscitaci. Jejím dalším, neméně důležitým, úkolem je poskytování zpětné vazby probandům po ukončení jednotlivé části cyklu učení. Školící sestra mimo jiné velmi úzce spolupracuje s lékařem a biomedicínským technikem.

**Školený personál (též probandi)** – v tomto případě se jedná zejména o sestry, které se na svém pracovišti mohou s resuscitací novorozence setkat. Zdokonalovat své dovednosti na simulátoru mohou samozřejmě i lékaři.

**Biomedicínský technik** – pomáhá školící sestře s technickým zajištěním výcviku. Významnou roli hraje biomedicínský technik při tréninku resuscitace na simulátoru, kdy nastavuje jednotlivé scénáře. Může se také podílet na vzdělávání sester v oblasti lékařské přístrojové techniky.

### 3.4.2 Četnost školení

Nově nastupující sestry absolvují kurz resuscitace v rámci svého zaškolování po přijetí na neonatologické oddělení. Pro stávající ošetrovatelský personál se zmiňovaný cyklus učení opakuje jednou za rok. Znamená to tedy, že každá sestra si alespoň dvakrát v roce vyzkouší resuscitaci na simulátoru. Z těchto opakovaných cvičení můžeme potom vyhodnocovat, zda u probandů dochází k postupnému zlepšování dovedností, projevující se především zkracováním doby, za kterou jsou schopni provést úspěšnou resuscitaci.



### **3.4.3 Systém vytváření týmů pro resuscitaci**

Je pravidlem, že resuscitace v nemocničním zařízení se účastní dva záchranáři. Jeden zabezpečuje dýchání a druhý funkce srdečního svalu prostřednictvím nepřímé srdeční masáže. Tyto dvojice jsou stanoveny ještě před samotným výcvikem na simulátoru. Nové sestry a sestry s krátkou působností na oddělení tvoří dvojice spolu, stejně jako sestry zkušené. Ve výsledku tedy hodnotíme dvě skupiny, u nichž je značný rozdíl v době, za kterou je resuscitace úspěšně zvládnuta.

### **3.4.4 Stručný popis průběhu resuscitace**

Celý proces začíná již vstupem dvojice sester do místnosti s novorozeneckým simulátorem. Školící sestra jim stručně nastíní situaci a dá pokyn ke spuštění časomíry. Sestry by měly nejdříve zkontrolovat životní funkce a v případě, že to situace vyžaduje zahájit resuscitaci. V té musí pokračovat, dokud nedojde ke zlepšení stavu novorozence (tj. že hodnoty jeho fyziologických funkcí nabudou předepsaných hranic pro stavy, kdy je možno resuscitaci ukončit) nebo školící sestra nedá pokyn k jejímu ukončení. Následuje konzultace chyb, které probandi při výcviku prováděli a výměna pozic záchránců. Každá sestra si tedy vyzkouší obě pozice.

### **3.4.5 Volba pomůcek**

Probandi mají možnost si pro provádění resuscitace volit různé pomůcky. Po příchodu k figuríně a zjištění stavu by měly sestry podvázat pupečník, k čemuž slouží plochá gumička. Dále si volí velikost a tvar ambuvaku, tak, aby co nejtěsněji přiléhal k obličejí figuríny. K dispozici jsou tři ambuvaky, z nichž jeden je příliš malý, a tudíž nevyhovující. (Při výcviku nebyl zvolen ani jednou skupinou.) Druhý ambuvak již vyhovuje parametrům simulátoru, ale je poměrně veliký a často dochází k nežádoucímu unikání vzduchu. (Volen zhruba v 10%.) Nejúčinnější je dýchání prováděné s ambuvakem střední velikosti, který je probandy správně nejčastěji volen. (V 90%.)

Pro zjištění srdeční činnosti mohou sestry využít fonendoskop umístěný u lůžka s figurínou. Mezi další pomůcky patří například plena, která když je složena, se vloží pod ramena simulátoru pro zajištění lepší průchodnosti dýchacích cest.

### **3.4.6 Hodnocení výcviku, zpětná vazba**

Na celý výcvik dohlíží školící sestra, biomedicínský technik a případně i lékař. Ihned po ukončení resuscitace je sestrám poskytnuta zpětná vazba. Školící sestra probandům sdělí připomínky k provedení imitované záchrany, případně zodpoví jejich dotazy. Biomedicínský technik se při hodnocení resuscitace vyjadřuje například ke způsobu provedení jednotlivých úkonů. Na svém, řídicím, monitoru například vidí, zda byla správně prováděna srdeční masáž nebo vdechy. Po skončení celého školení srovná školící sestra výsledky se školeními předchozími, a tím lze snadno zjistit, zda u probandů dochází k postupnému zlepšování dovedností.

## 4. Resuscitace novorozence

### 4.1 Definice a pojmy

Resuscitace je léčebný proces vedoucí k neprodlenému obnovení průtoku okysličené krve mozkem při selhání jedné nebo více vitálních funkcí (dýchání, oběh, funkce CNS). Jde při ní především o zajištění dodávky kyslíku tkáním a zlepšení ventilace. Resuscitace má dva hlavní cíle nazývané primární a sekundární. Primárním cílem se rozumí obnovení krevního oběhu. Sekundární cíl se týká především rozšířené resuscitace poskytované odbornými zdravotnickými pracovníky, kde velmi důležitou roli hraje nejen přežití, ale i propuštění pacienta v dobrém stavu a jeho následná kvalita života. Je známo, že zhruba 5-10% novorozenců potřebuje určitý stupeň resuscitace již po porodu. Pacienti s rizikovými faktory jsou umísťováni na neonatologické oddělení intenzivní a resuscitační péče, kde je nutné možnost resuscitace nepřetržitě očekávat.

Poměrně rozdílné jsou postupy při resuscitaci v nemocničním prostředí a v prostředí mimo nemocnici, kde není vždy k dispozici kvalifikovaný a zkušený personál. V nemocničním prostředí jsou standardně přítomny i resuscitační pomůcky, které záchranu nejen výrazně usnadní, ale i urychlí. Následující kapitoly se věnují resuscitaci prováděné v nemocničním prostředí, konkrétně na jednotce intenzivní a resuscitační péče specializované na novorozence.

### 4.2 Hlavní příčiny

Mezi nejčastější důvody k zahájení KPR patří:

- Perinatální asfyxie (Její přetrvávání má prokazatelný negativní vliv na nervový systém. Již po několika minutách může docházet k ireverzibilním změnám.)
- Komplikovaný porod a předporodní období
- Nezralost plodu
- Vrozené vývojové vady
- Porodní trauma

### 4.3 Před zahájením resuscitace

Rychlé a přesné vyhodnocení situace je podmínkou pro provedení úspěšné resuscitace. Důležité je nehodnotit jednotlivé životní funkce samostatně, ale posuzovat je komplexně. Jednotlivé vitální známky se totiž neustále navzájem ovlivňují, a zásah do jedné z nich se projeví i na ostatních. Základem je neustálá přítomnost kvalifikovaného personálu, kdy každá z těchto osob má jasně danou svoji roli při resuscitaci. Nejběžnějším modelem je skupinka 2-3 osob. Jedna osoba, nejčastěji zdravotní sestra, musí být schopna resuscitaci sama zahájit. Přítomnost druhé osoby, lékaře, je nezbytná kvůli vedení a organizaci resuscitace. Třetí osoba je potom nápomocna dvou předchozím. Může například provádět taktilní stimulaci končetin, která je u některých novorozenců velmi účinná. Samotná kardiopulmonální resuscitace v nemocničním prostředí je vždy prováděna minimálně dvěma osobami. Nelze zapomenout také na prevenci tepelných ztrát, zvláště u nedonošených novorozenců.

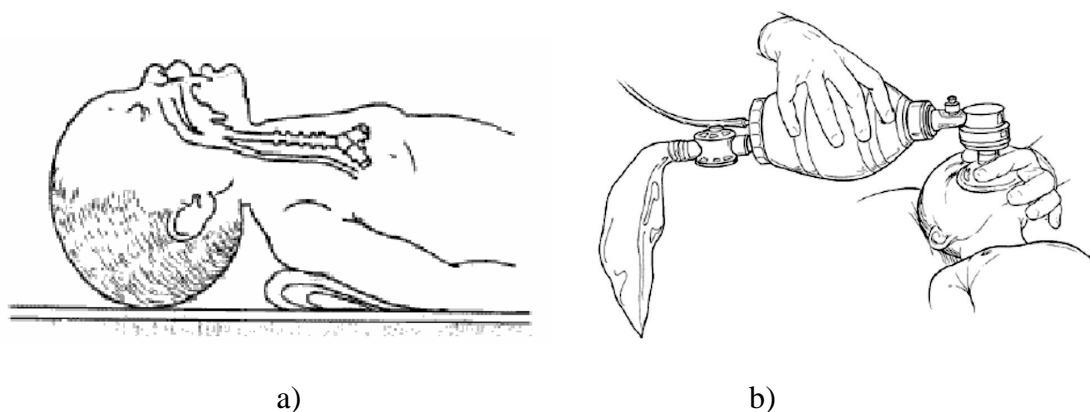
K vyhodnocení poporodní adaptace novorozence slouží *Skóre dle Apgarové*. Pomocí tabulky se hodnotí 5 fyziologických projevů v čase 1, 5 a 10 minut po porodu. KPR se zahajuje v případě, že Apgar skóre nedosahuje hodnoty alespoň 4 bodů. V novorozeneckém období se resuscitace zahajuje při akci srdeční pod 100 tepů za minutu.

	0	1	2
<b>Akce srdeční</b>	žádná	<100/min	>100/min
<b>Dýchání</b>	nedýchá	nepravidelné, pomalé, případně lapání po dechu	pravidelné, případně s křikem
<b>Svalový tonus</b>	těžká hypotonie, extenze končetin	snížený tonus, ale určitý stupeň flexe končetin přítomen	normální tonus, flexe končetin a aktivní pohyb
<b>Barva kůže</b>	celková cyanóza nebo bledost	akrocyanóza	růžová
<b>Reakce na podráždění</b>	žádná	chabá, grimasa	obranný pohyb, případně křik

*Tab. 1 – Skórovací tabulka dle Apgarové*

#### 4.4 Uvolnění dýchacích cest a zajištění dýchání

Abychom mohli provádět efektivní arteficiální dýchání, je nutné zajistit volně průchodné dýchací cesty. Toho dosáhneme správným napolohováním dítěte. U novorozenců je doporučováno předsunutí čelisti. Hypertenze krční páteře je naopak nevhodná, protože může vést k obstrukci dýchacích cest. Správné polohy docílíme například plenou složenou pod rameny novorozence. Viz následující obrázek.



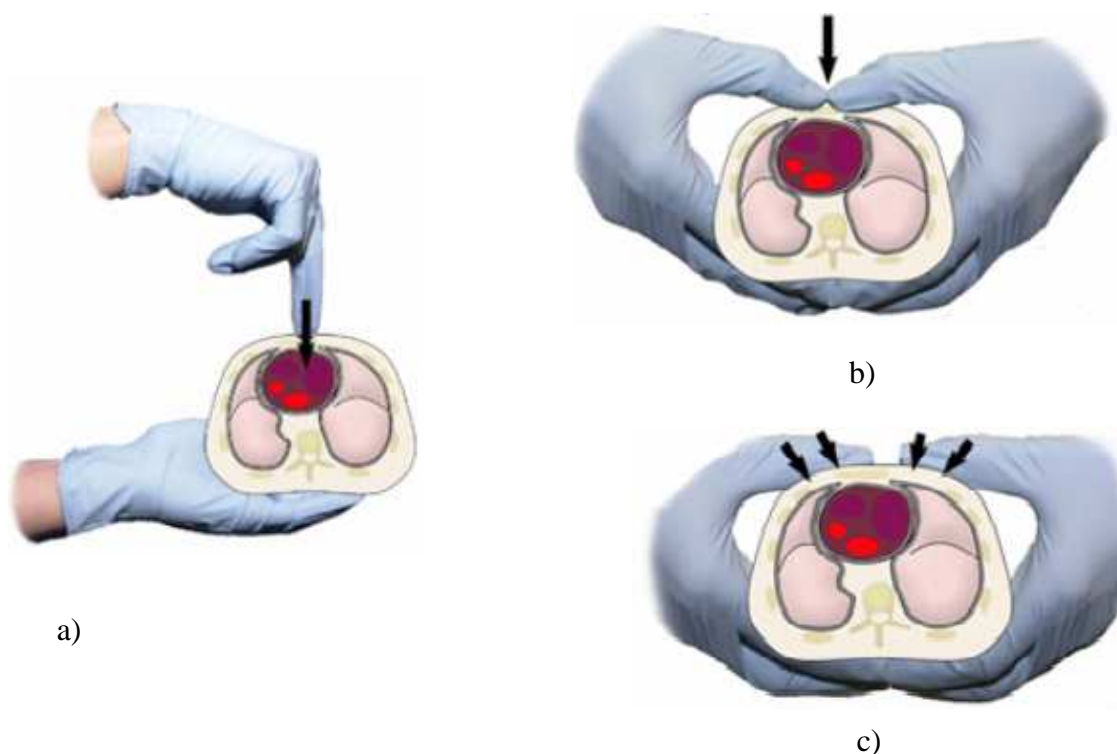
*Obr. 4.1 – a) Správná poloha hlavy a krku pro ventilaci  
b) Správná poloha obličejové masky při insuflacii*

Prodechování zahajujeme při akci srdeční pod 100 tepů/min. Ventilaci pozitivním tlakem provádíme buď pomocí samorozpínacího vaku a masky nebo pomocí specializovaného lékařského přístroje *Neopuff (Fisher&Paykel, Nový Zéland)*, o kterém bude pojednáno v dalším oddílu této kapitoly. Významným předpokladem úspěšné ventilace je volba správné velikosti masky a její dostatečně těsné přiložení. Obvod masky by se měl překrývat s kořenem nosu a bradou, ústa musí být zakrytá celá a oči zůstávají nepřekryty. Při správném dýchání dochází k viditelnému zvedání hrudníku a barva kůže se vrací do normálu. Ventilujeme s frekvencí 40-60 vdechů/min.

#### 4.5 Zajištění krevního oběhu

Při zjištění hodnoty srdeční akce pod 60tepů/min zahajujeme nepřímou srdeční masáž. Tu je možné provádět dvěma způsoby. Prvním způsobem je komprese hrudníku pomocí dvou prstů směřujících k němu kolmo. (Viz obr. 4.3a) Při druhém způsobu musí záchránce použít obě ruce. Úchop se provádí tak, že zachraňující osoba vsune z obou stran pod novorozence dlaně s roztáženými prsty, kdy palce zůstávají nahoře a stlačují hrudník. (Viz obr. 4.3b) Tento styl nepřímé srdeční masáže však mohou používat jen ty osoby, které mají natolik velké ruce, že pod zády dítěte spojí prsty a zároveň se jejich

palce vzájemně dotýkají na hrudníku. V případě nesplnění této podmínky hrozí poškození žebí novorozence a provádění neúčinné srdeční masáže. (Viz obr. 4.3c)



Obr. 4.2 – a) Komprese hrudníku pomocí dvou prstů směřujících kolmo k pacientovi  
b) Správný postup při kompresi metodou obejmutí  
c) Chybný postup při kompresi metodou obejmutí (malé ruce)

Hloubka stlačení by měla odpovídat  $\frac{1}{3}$  výšky hrudníku. V současné době se používá model 3:1, tj. 3 komprese hrudníku ku jednomu vdechu. Vždy každých 30 s je nutné kontrolovat, zda se srdeční akce nemění. Pokud je dosažena hodnota nad 60 tepů/min, již dále s nepřímou srdeční masáží nepokračujeme. [6], [7], [8]

#### 4.6 Pomůcky pro resuscitaci

Dalším aspektem úspěšné a účinné resuscitace je nepřetržitá dostupnost příslušných pomůcek. Na každém oddělení by tyto nástroje měly mít své stále místo a být připraveny pro rychlé použití. Patří sem například pomůcky k odsávání, intubaci, umělému dýchání a mimo jiné i léky. Pro kontrolu srdeční aktivity bez patientského monitoru můžeme využít fonendoskop a stopky nebo hodinky.

## **4.7 Popis a funkce resuscitačního přístroje *Neopuff™* (Fisher&Paykel, Nový Zéland)**

K usnadnění resuscitace a k docílení větší efektivity ventilace je možné použít pomocný resuscitační přístroj. Resuscitátor Neopuff je lékařský přístroj, který umožňuje řízenou ventilaci dítěte během resuscitace a je připojen ke zdroji medicinálních plynů. V současné době se často používá zejména pro svou šetrnost vůči pacientovi.

### **4.7.1 Důvody pro využití přístroje**

Při normálním fyziologickém nádechu je běžně v plicích podtlak. Když však provádíme umělou plicní ventilaci, je při inspiriu v plicích přetlak a opačně. Požadované proudění plynů je tedy zapříčiněno tlakem aplikovaným při umělém nádechu, který také způsobuje rozpínání plic. Přílišná dilatace plic však může být při umělé ventilaci škodlivá, zejména potom pro nezralé plíce novorozence. U ventilace pomocí ambuvaku nelze určit jaké množství plynu a pod jakým tlakem aplikujeme do těla novorozence. Znalost těchto hodnot a jejich úprava podle potřeb jednotlivých pacientů však může výrazně přispět k provádění bezpečnější ventilace. Předností přístroje Neopuff je možnost nastavení stálé hodnoty tlaků PEEP a PIP. PEEP udává hodnotu přetlaku v dýchacích cestách na konci výdechu a na resuscitačním přístroji ji lze nastavit v rozmezí 1 – 9 cm H<sub>2</sub>O. Hodnota PIP představuje přetlak po ukončení nádechu a udává se v rozsahu 5 – 70 cm H<sub>2</sub>O.

### **4.7.2 Nastavení požadovaných hodnot**

Velkou výhodou tohoto přístroje je jednoduché nastavení hodnot tlaků, se kterými chceme provádět ventilaci. Nastavení těchto hodnot vychází z doporučení světových organizací, či místního protokolu vedení resuscitace. Po zaškolení biomedicínským technikem jej mohou provádět například samy zdravotní sestry. Je nutné dbát pouze na to, jaký typ tlaku chceme nastavit. Tedy zda prsty ucpat oba či jen jeden otvor na koncovém nástavci hadice. Přesná hodnota tlaku se na přístroji určí pomocí otočného kolíku.



*Obr. 4.3 – Resuscitační přístroj Neopuff™*

### **4.7.3 Způsob použití**

Při resuscitaci se na koncovku hadice s přívodem plynu nasadí silikonová maska příslušné velikosti a přitiskne se kolem pacientových úst a nosu tak, aby neunikal žádný vzduch. Poté obsluha přístroje pomocí pravidelného ucpávání regulačního otvoru ukazováčkem udává frekvenci dýchání. [9]



*Obr. 4.4 – Dva možné způsoby řízení ventilace při resuscitaci*



## **5. Popis praktického výcviku zdravotnického personálu v resuscitaci na novorozeneckém simulátoru**

Tato část práce je zaměřena na popis konkrétní situace, kdy se zdravotní sestry účastnily praktického nácviku resuscitace v rámci komplexního školicího systému v této problematice. Experimentální části se zúčastnila skupina zdravotních sester z neonatologického oddělení, v nadcházejícím textu pro zjednodušení označovaných jako sestra A a sestra B. Tato kapitola je zařazena proto, aby bylo možné zhodnotit systém, podle kterého se vyhodnocuje správnost postupu sester při resuscitaci.

### **5.1 Příchod do simulační místnosti a zahájení resuscitace**

Před samotným příchodem školených sester je nezbytné připravit simulátor a potřebné pomůcky. Technik dohlíží na správné připojení simulátoru a na nastavení požadovaného scénáře simulace v počítačovém systému. Hlavní školící sestra má na starost přípravu resuscitačních pomůcek. U novorozeneckého simulátoru by nemělo chybět: ruční resuscitátor spolu se třemi různými velikostmi masek, fonendoskop, gumička pro podvázání pupečníku a plena. Ve chvíli, kdy je vše nachystané, dává školící sestra pokyn školené dvojici ke vstupu do místnosti se simulátorem. Sestrám je v okamžiku vstupu nastíněna situace. Technik obsluhující ovládací systém simulátoru spouští vybraný resuscitační scénář a stopky. Po celou dobu resuscitace školící sestra nebo technik zaznamenávají jednotlivé kroky probandů. K záznamu slouží předem připravený dotazník upravený pro jednotlivé scénáře. (Viz příloha č.2.)

Sestry vidí na lůžku cyanotického novorozence. Vzhledem k tomu, že při tomto scénáři nemají probandi k dispozici monitor životních funkcí pacienta, zjišťuje sestra B akci srdeční pomocí fonendoskopu. Mezitím sestra A volí masku k ambuvaku. Nejprve zvažuje výběr nejmenší masky, správně však po přiložení volí masku odpovídající parametrům obličeje simulátoru. Sestra A nezahájila resuscitaci cyanotického novorozence sérií 5 dechů ambuvakem. Sestra B stanovila hodnotu akce srdeční nad 60 tepů za minutu a správně tedy nezahájila nepřímou srdeční masáž.

## 5.2 Průběh resuscitace

Po provedení předchozích kroků se sestry zaměřují na dýchání pacienta. V první fázi sestra A provádí prodechování pacienta periodickým stlačováním vaku přibližně 20 sekund do doby, než druhá sestra začne ověřovat, zda nedošlo ke změně srdečního rytmu. (Kontrola srdeční akce by se měla provádět vždy po půl minutě.) Hodnota srdeční akce je opět nad hodnotou, kdy se nepřímá srdeční masáž ještě nezahajuje. Sestra A tedy zajišťuje podporu dýchání, při němž se, v závislosti na rozsahu praxe a zkušeností, dopouští chyb. Nesledování úniku vzduchu kolem masky, tzv. „air-leak“, je nejčastější chybou, které se probandi dopouštějí. Technik na monitoru simulátoru pozoruje kvalitu prodechování a po několika minutách radí sestře A, aby lépe přitiskla masku. Sestra B mezitím provádí taktilní stimulaci na končetinách. Ta má sice v reálné situaci značný pozitivní přínos, simulátor však tyto funkce neposkytuje. Po intervenci technika se sestra A zaměřuje na těsné přiložení masky a zlepšuje tak kvalitu prodechování. Stoupá hodnota srdeční frekvence, sestra A pokračuje v dýchání dokud není dosažena hodnota 100 tepů za minutu. Na simulátoru již není patrné modré podsvícení představující cyanózu a objevuje se pláč. Sestry ukončily resuscitaci s časem přesahujícím 6 minut.

## 5.3 Hodnocení praktického provedení resuscitace novorozence

Ihned po ukončení resuscitace školící sestra spolu s technikem hodnotí, jak školené sestry postupovaly. Na otočeném monitoru lze sestrám názorně ukázat, kdy provádí účinné dýchání nebo nepřímou srdeční masáž, a kdy naopak ne. Sestry si poté vymění role a celý proces se opakuje.

Tento simulační scénář je poměrně jednoduchý a jeho cílem je zlepšit dovednosti školených osob v umělém dýchání. U složitějších a komplexnějších scénářů hraje důležitou roli také nepřímá srdeční masáž. Časy, za které je dokončena úspěšná resuscitace, je nutné posuzovat podle jednotlivých scénářů.

## **6. Zhodnocení věrohodnosti patientského simulátoru a výukového systému resuscitace novorozence**

### **6.1 Věrohodnost patientského simulátoru**

Větší podíl na celkové věrohodnosti simulátoru než fyzické vlastnosti mají jeho funkce. Přesto však nelze opomenout ani jednu z těchto částí. Zhodnocení dílčích částí je uvedeno níže.

#### **6.1.1 Fyzická věrohodnost simulátoru**

Protože před každým zahájením resuscitace nejprve hodnotíme pacienta pohledem, je fyzický vzhled figuríny velmi důležitý. Model SimNewB působí na první pohled poměrně robustně ve srovnání s fyziologickými novorozenci i přes to, že jeho délka a váha odpovídají normálním parametrům. Tento robustní vzhled je pravděpodobně způsoben omezenou pohyblivostí simulátoru. Například páteř je v hrudní a bederní oblasti zcela fixní a při manipulaci se figurína neprohne. Strnulost obličejové části a permanentně otevřená ústa realitě příliš neodpovídají. Výhodou je alespoň možnost rozevření očních víček. U simulátoru jsou k dispozici vyměnitelné zornice, které však nejsou funkčně vyřešeny a nereagují na světelný podnět.

Silikonová vrstva, představující kůži, má barvu odpovídající barvě kůže donošeného dítěte. Tento materiál je dostatečně pružný a na dotyk se zdá poněkud lepkavý.

#### **6.1.2 Funkční věrohodnost simulátoru**

##### **a) Kardiovaskulární, respirační a farmakologický systém**

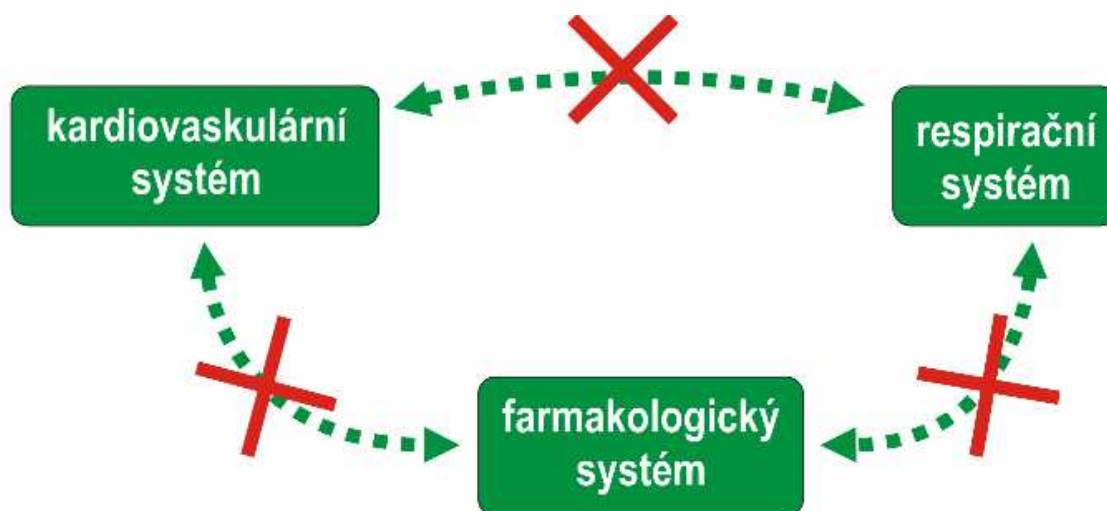
V softwaru simulátoru jsou poměrně podrobně propracovány systémy kardiovaskulární, respirační a farmakologický.

Kardiovaskulární systém zahrnuje v případě tohoto simulátoru imitaci srdečních funkcí a pulsaci velkých tepen na paži a v tříslech. Pulsace je hůře hmatatelná a přes silikonovou vrstvu je cítit velmi slabě. Fonendoskopem nebo pomocí patientského monitoru je možné určit srdeční rytmus. Při správném přiložení fonendoskopu jsou srdeční ozvy slyšet zřetelně, je zde však patrný velký šum. Na monitoru se také zobrazuje křivka EKG, jejíž parametry odpovídají skutečnosti.

Dýchací systém je proveden velmi realisticky. Při spontánním dýchání se figuríně nadzvedá hrudník s příslušným rytmem, který můžeme sledovat na monitoru životních funkcí spolu s dechovou křivkou a hodnotou saturace tkání kyslíkem. Obsluha může spustit imitované zvuky, které má simulátor vydávat. Knihovna těchto zvuků by ovšem mohla být obsáhlejší. Přínosná by například byla škála sípotů a jiných zvuků odpovídajících určitým fyziologickým stavům.

Hlavní předností farmakologického systému je jeho snadná ovladatelnost. Operátor na pokyn probanda pouze zadá v řídicím počítači typ léku a jeho množství. Věrohodnost tohoto postupu je dána zejména přístupem školených osob a jejich ochotou imitovat podání imaginárního léku například pomocí injekční stříkačky.

Zřejmě nejvýznamnější nevýhodou je absence vazeb mezi těmito jednotlivými systémy. Pokud nedojde ke změně parametru modelu, reaguje simulátor na podnět stále stejně, zatímco reálný pacient reaguje jinak. Například ve skutečné situaci má podání léků pacientovi vliv na změnu fyziologických hodnot příslušného systému v závislosti na typu podaného léku. Také jisté změny v respiraci v určité míře ovlivňují kardiovaskulární systém a naopak. U simulátoru SimNewB tyto vazby neexistují a jeho chování je tak zcela odlišné od chování reálného pacienta.



Obr. 6.1 – Absence vzájemného propojení systémů celopacientského simulátoru

## **b) Ostatní funkce SimNewB**

Další významnou funkcí je schopnost simulátoru imitovat cyanózu. V případě simulace nedokrvení tkáně se okolo úst figuríny objeví modře podsvětlený kruh, který působí velice umělým dojmem. Věrohodnější by bylo více rozptýlené podsvícení a to i v oblasti končetin.

## **c) Chybějící funkce**

Figurína dokáže simulovat jen zlomek funkcí, které představují chování skutečného novorozence. Při pozorování dvou sérií praktických výcviků vyplynulo, že většina školených sester provádí taktilní stimulaci i přes to, že vědí o absenci této funkce u simulátoru. Provedení by přitom mohlo být poměrně snadné. Postačily by tlakové senzory na končetinách a jejich propojení se softwarem simulátoru. Taktilní stimulace na místech se senzory potom může vyvolat malé změny hodnot životních funkcí.

## **6.1.3 Věrohodnost patientského simulátoru podle mínění ošetřujícího personálu**

Průzkum byl uskutečněn formou dotazníku poté, co sestry dokončily praktickou část školícího systému. (Viz příloha č.3.) Největší váhu měly dotazníky vyplněné sestrami, které již někdy v minulosti měly zkušenost s reálnou resuscitací novorozence, a které své povolání vykonávají nejdéle. Dotazovaných sester bylo 20.

Celkově byl simulátor sestrami hodnocen jako poměrně věrohodný. Nejméně se skutečnosti blížil povrch simulátoru, pohyblivost a jeho křehkost. Velikost figuríny byla naopak hodnocena nejvěrohodněji. Většina dotazovaných ji označila jako téměř odpovídající velikosti průměrného novorozence. S funkcemi simulátoru byli probandí spokojeni. Kladně například hodnotili, jak velký vliv má správné prodechování při resuscitaci na stabilizaci fyziologických funkcí. Místnost, kde probíhá praktická část školení, není podle mínění ošetřovatelského personálu příliš podobná reálnému prostředí. Tento fakt může být způsoben tím, že lůžko se simulátorem je umístěno v prostoru samostatně, zatímco sestry jsou zvyklé na několik lůžek v jedné místnosti.

## **6.2 Zhodnocení efektivity proškolení zdravotnického personálu**

### **a) Zúčastněné osoby**

Předností celého školicího systému je vzájemná spolupráce zúčastněných osob. Probandům i hlavní školící sestře je k dispozici tým lékařů, který jim může poskytovat své rady a připomínky nebo odpovídat na případné dotazy. Technické zabezpečení výcviku a obsluha patientského simulátoru náleží biomedicínskému technikovi.

### **b) Četnost školení**

Školení se provádí dvakrát do roka, čímž je splněna povinnost. Sestry pracující na novorozenecké JIRP by však měly resuscitaci procvičovat častěji, aby si vžily dané postupy. Četnost teoretických školení je zcela postačující. Praktický nácvik resuscitace novorozence by měl větší efektivitu při jeho opakování alespoň jednou za čtvrtletí.

### **c) Vyhodnocovací systém**

Vyhodnocení resuscitace je prováděno pomocí dotazníku, na němž jsou připravena zaškrťovací pole. (Viz příloha č.2.) O vyplňování dotazníku se stará školící sestra nebo biomedicínský technik. Nevýhodou tohoto systému je, že ke každému typu scénáře je potřeba samostatný dotazník. Efektivnější pro vyhodnocování postupu týmu při resuscitaci by bylo nahrávání výcviku na videokameru a následné hodnocení záznamu spolu s probandy. Tento systém by na rozdíl od dotazníků umožňoval lepší sledování vzájemné komunikace a spolupráce mezi probandy.

### **d) Výsledky školení**

Pro vyhodnocení celkové efektivnosti školicího systému je potřeba porovnat mezi sebou výsledky z jednotlivých školení. Ze zaznamenaných časů, za které byla provedena úspěšná resuscitace simulátoru, plyne, že sestry již při druhém praktickém výcviku dokázaly zkrátit dobu resuscitace někdy i o více než polovinu. Sofistikovaný simulátor novorozence je pro nácvik resuscitace bezpochyby velmi přínosný.

### **6.2.1 Hodnocení školení podle mínění ošetřujícího personálu**

V části dotazníku pro probandy byl zjišťován jejich názor na průběh praktické části výcviku. Více než polovina dotazovaných uvedla, že četnost školení je dostačující. Zbylá skupina nejčastěji doporučovala provádět nácvik resuscitace vždy po 3 měsících. Sestrám dělalo při resuscitaci největší potíže přiložení masky a prodechování figuríny. Dalším, poměrně často udávaným, problémem bylo vyhodnocení aktuálního stavu umělého pacienta. Naopak nejlépe si sestry vedly při nepřímé srdeční masáži. Zpětnou vazbu od školící sestry hodnotili všichni dotazovaní jako výbornou a cenili si jejího ochotného přístupu během celého školení.

### **6.3 Úloha biomedicínského technika při výuce**

Při simulaci celého procesu resuscitace novorozence je zapotřebí zdravotnická technika vyžadující odbornou manipulaci. K jejímu ovládnutí je při výcviku přítomen biomedicínský technik nebo inženýr, jehož úloha vychází z požadavku zákona č.123/2000 Sb. na prokazatelné proškolení personálu. Technik má při výcviku dva hlavní úkoly.

Prvním z nich je samotné řízení simulátoru zahrnující mimo jiné například nastavení příslušného scénáře nebo simulace podávání léků na pokyn probandů. Technik na řídicím monitoru dále sleduje správnost postupu při arteficiálním dýchání a při nepřímé srdeční masáži a doporučuje školeným osobám, jak jejich úkony vylepšit tak, aby resuscitace byla co možná nejúčinnější.

Druhým významným úkolem technika je seznamování probandů se způsoby použití zdravotnické techniky, kterou lze k resuscitaci novorozence využít. Součástí školení mohou být samozřejmě i jiné zdravotnické prostředky nacházející se na příslušném oddělení.

## Závěr

V první části této bakalářské práce byla provedena rešerše v oblasti patientských simulátorů se zaměřením na novorozenecké. Z této kategorie simulátorů byl vybrán a podrobně popsán model SimNewB společnosti Laerdal, na kterém probíhalo školení rozebrané v praktické části práce.

Jeho zevní vzhled je velmi propracovaný a na první pohled věrohodně imituje fyziologického novorozence. Nevýhodou tohoto modelu je však absence přímých vazeb mezi respiračním, kardiovaskulárním a farmakologickým systémem, díky čemuž simulátor nereaguje na podnět stejně jako skutečný pacient.

Školení zdravotnického personálu není jen zákonnou povinností, ale slouží především pro zlepšování dovedností zdravotníků v resuscitaci, jejíž rychlé a přesné provedení může zachránit život dětského pacienta. Bez kvalitního výukového systému by výcvik na simulátoru nebyl příliš efektivní. Proto je stávající systémy školení potřeba posuzovat z hlediska jejich účinnosti a poučovat se z předchozích chyb.

Praktický výcvik v resuscitaci novorozence probíhal na oddělení neonatologie s JIP/JIRP, Gynekologicko-porodnické kliniky Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a 1.LF UK, v únoru 2011 a v lednu 2012. Již po těchto dvou školeních se prokazatelně zkrátila průměrná doba, za kterou byla provedena úspěšná resuscitace na simulátoru, z přibližně 8 minut na 3 minuty. Díky tomuto faktu lze tvrdit, že využívání interaktivního simulátoru spolu s kvalitním systémem výuky pro zlepšování praktických dovedností zdravotnických pracovníků je bezpochyby velice efektivní.



## Seznam použité literatury

- [1] *Gaumard* [online]. [cit. 2012-01-26]. Newborn and Pediatric Code Blue III, Premie Blue. Dostupné z WWW: <<http://www.gaumard.com/premie-blue-simulator-with-smartskin-technology-s108/>>.
- [2] *METI* [online]. [cit. 2012-02-19]. Patient simulator BabySIM. Dostupné z WWW: <[http://www.meti.com/products\\_ps\\_baby.htm](http://www.meti.com/products_ps_baby.htm)>.
- [3] *Laerdal Medical* [online]. [cit. 2012-01-26]. Patient simulator SimNewB. Dostupné z WWW: <<http://www.laerdal.com/doc/88/SimNewB> >.
- [4] RILEY, Richard H. *Manual of simulation in healthcare*. New York: Oxford University Press, 2008. 548 s. ISBN 978-0-19-920585-1.
- [5] PENHAKER, Marek; IMRAMOVSKÝ, Martin; TIEFENBACH, Petr; KOBZA, František. *Lékařské diagnostické přístroje: Učební texty*. Ostrava: Technická univerzita Ostrava, 2004. 332 s. ISBN 80-248-0751-3.
- [6] FENDRYCHOVÁ, Jaroslava; BOREK, Ivo. *Intenzivní péče o novorozence*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2007. 403 s.
- [7] JANOTA, Jan; PROKOP, Michal. *Resuscitace novorozence*. 2004, 16 stran. Dostupný také z WWW: <[http://www.neonatologie.cz/fileadmin/userupload/Resuscitace\\_novorozence.pdf](http://www.neonatologie.cz/fileadmin/userupload/Resuscitace_novorozence.pdf)>.
- [8] NOVÁK, Ivan a kol. *Intenzivní péče v pediatrii*. 1. vydání. Praha: Galén, 2008. ISBN 987-80-7262-512-3.
- [9] *Fisher & Paykel healthcare* [online]. [cit. 2012-02-26]. F&P Neopuff™ Infant T-Piece Resuscitator. Dostupné z WWW: <<http://www.fphcare.com/product-overview/infant-resuscitator/rd900-series-neopuff/neopuff-infant-t-piece-resuscitator.html>>.

## **Seznam příloh**

Příloha č.1 – Ukázka písemného testu ze znalostí o fyziologii novorozence

Příloha č.2 – Formulář pro zaznamenávání postupu probandů při resuscitaci

Příloha č.3 – Dotazník na průzkum mínění probandů o školení a simulátoru

Příloha č.4 – Využití interaktivního novorozeneckého simulátoru na klinickém pracovišti

## **Příloha č.1:**

### **Průzkumný test na úvod kurzu**

1. Mezi úvodní kroky před zahájení resuscitace nepatří (D)
  - A. Zabránění tepelným ztrátám
  - B. Uvolnění a očištění dýchacích cest
  - C. Osušení a taktilní stimulace
  - D. Insulface kyslíku
  
2. Správná poloha hlavy pro optimální uvolnění dýchacích cest je (A)
  - A. V neutrální poloze, v prodloužení těla
  - B. V mírné flexi
  - C. V mírné extenzi
  
3. Ventilaci pomocí masky (ambuvak, neopuff) zahajujeme (A, B, C)
  - A. při neadekvátní respiraci
  - B. při akci srdeční pod 100/min
  - C. při přetrvávající centrální cyanose navzdory podávání kyslíku
  - D. při tělesné teplotě nad 39°C
  
4. Jaká je správná frekvence dýchání při ventilaci maskou? (A)
  - A. 40-60/min
  - B. 100/min
  - C. 20-30/min
  - D. Nad 120/min
  
5. Správné provádění ventilace maskou ověřujeme (A, D)
  - A. Pohledem na zvedající se hrudník
  - B. Pohledem na zvedající se břicho
  - C. Vydouváním tváře
  - D. Poslechově fonendoskopem

6. Ventilaci pomocí masky ukončujeme (A, B, C)
- A. Při spontánní dechové aktivitě
  - B. Při akci srdeční nad 100/min
  - C. Při zrudnutí dítěte
  - D. Při vyčerpání
7. Nepřímou srdeční masáž podle standardů zahajujeme (A)
- A. Při akci srdeční pod 60/min a bez známky spontánní dechové aktivity
  - B. Při akci srdeční nad 100/min a bez známek spontánní dechové aktivity
  - C. Při centrální cyanose
  - D. Při neadekvátní ventilaci
8. Správný poměr kompresí hrudníku k ventilaci maskou (A)
- A. 3 : 1
  - B. 5 : 1
  - C. 30 : 1
9. Místem pro provádění komprese hrudníku na těle je (B)
- A. Horní třetina sternu
  - B. Těsně pod linií spojnice bradavek
  - C. V oblasti mečovitého výběžku
  - D. V celé délce hrudní kosti
10. Akci srdeční kontrolujeme každých (A)
- A. 30 sekund
  - B. Kontinuálně pomocí fonendoskopu
  - C. Srdeční akci nekontrolujeme, čekáme na spontánní dechovou aktivitu
  - D. Srdeční akci kontrolujeme každé 2 minuty
11. Nepřímou srdeční masáž ukončujeme (A)
- A. Při akci srdeční nad 60/min
  - B. Při akci srdeční nad 40/min
  - C. Ne dříve než dítě začne spontánně dýchat
  - D. V případě, že se dítě pohne

## **Příloha č.2:**

### **Resuscitace novorozence - vak, maska**

#### Vyhodnocení průběhu scénáře:

- 1) Zhodnocení stavu novorozence (dýchání, křik, svalový tonus, akce srdeční)  
**ANO/NE**
- 2) Volba pomůcek a nástrojů **ANO/NE**
- 3) Přiložení masky **1,2,3**
- 4) 5 dechů vakem (tlak 30 - 40mmHg) **1,2,3 ANO/NE**
- 5) Celých 30s dýchání za pomoci vaku **1,2,3 ANO/NE**
- 6) Po 30s zhodnotit akci (Apnoe, Akce srdeční pod 100/ nad 100) **ANO/NE**
- 7) Pokračovat v dýchání s maskou/Neopuffem.  
(Frekvence 40-60 dechů/min) **1,2,3 ANO/NE**

### **Resuscitace novorozence - PPV a masáž hrudníku**

#### Vyhodnocení průběhu scénáře:

- 1) Zhodnocení stavu novorozence (dýchání křik, svalový tonus , akce srdeční)  
**ANO/NE**
- 2) Volba pomůcek a nástrojů **ANO/NE**
- 8) Přiložení masky **1,2,3**
- 9) 5 dechů vakem (tlak 30 - 40mmHg) **1,2,3 ANO/NE**
- 10) Celých 30s dýchání za pomoci vaku **1,2,3 ANO/NE**
- 3) Po 30s zhodnotit akci (Apnoe, Akce srdeční pod 100/ nad 100, pod 60/min, nad 60/min) **ANO/NE**
- 4) (akce je pod 60) Zahájení masáže hrudníku společně s dýcháním maskou/Neopuffem  
Poměr 3:1. 120 úkonů/min.
- 5) Kontrola akce a dechu, cca po 1 min. cca po 30 s.
- 6) Opakování bodu 7 a 8 dokud nebude akce vyšší než 60
- 7) Zhodnotit akci srdeční (Apnoe, AS pod 60/min, nad 60/min, nad 100/min)
- 8) Pokračovat v dýchání s maskou/Neopuffem. Frekvence 40-60 dechů
- 9) Po 30s kontrola. vit. fcí a dle potřeby opakování bodu 10 a 11

### **Příloha č.3:**

- Jak dlouho pracujete jako zdravotní sestra? \_\_\_\_\_  
Z toho na tomto oddělení \_\_\_\_\_
- Kolik cvičení na novorozeneckém simulátoru BybySim jste absolvovala? \_\_\_\_\_
- Máte zkušenosti s reálnou resuscitací novorozence?  
ANO / NE (Kolikrát ?) \_\_\_\_\_

#### **Hodnocení věrohodnosti simulátoru**

(Zde prosím hodnotíte zakroužkováním číslice 1-5, kde 1 znamená hodnocení "zcela neodpovídá" tj. nejhorší, 5 naopak "zcela odpovídá" tj. nejlepší)

- Velikost simulátoru [ 1 2 3 4 5 ]
- Povrch (kůže) [ 1 2 3 4 5 ]
- Křehkost (např. odpor při stlačování hrudníku) [ 1 2 3 4 5 ]
- Pohyblivost [ 1 2 3 4 5 ]
- Funkce („Co to umí?“) [ 1 2 3 4 5 ]
- Umístění a prostředí simulátoru [ 1 2 3 4 5 ]

#### **Hodnocení školení**

- Je podle Vás četnost cvičení na simulátoru dostačující?  
ANO / NE (Jak často by jste jej doporučila?) \_\_\_\_\_
- Co Vám při resuscitaci jde nejlépe / co Vám nejvíce vyhovuje?
- Co Vám naopak nejde?
- Jak hodnotíte zpětnou vazbu od vedoucího školení?

# Využití interaktivního novorozeneckého simulátoru na klinickém pracovišti

Petr KUDRNA<sup>1</sup>, Ivana VRBOVÁ<sup>2</sup>, Jan SUCOMEL<sup>1</sup>, Martin ROŽÁNEK<sup>1</sup>, Kateřina ZÁHOROVÁ<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Katedra biomedicínské techniky, České vysoké učení technické v Praze, Nám. Sítná 3105, 271 02 Kladno, Česká Republika, petr.kudrna@fbmi.cvut.cz

<sup>2</sup> Dept. of Electromagnetic Field, Czech Technical University, Technická 2, 166 27 Praha, Czech Republic, ivana.vrbova@ctvut.cz

<sup>3</sup> Ústav zdravotních studií, Technická univerzita v Liberci, Technická 2, 166 27 Praha, Czech Republic, katerina.zahorova@uzs.tul.cz

**Abstrakt.** Miniaturizace techniky umožnila vznik interaktivním patientským simulátorům novorozenců. Tyto simulátory jsou primárně určeny pro pediatry a neonatology, resp. pro celý zdravotnický personál těchto oddělení. Jednotlivci, ale i celé týmy, mohou trénovat postupy v různých simulovaných situacích a tím zdokonalovat své praktické dovednosti. Pro sledování efektivity výuky personálu pomocí interaktivního simulátoru je třeba stanovit kritéria a metodiku hodnocení. Cílem práce je vytvořit použitelný systém hodnocení praktických dovedností a postupů jednotlivých probandů, a sledovat jejich vývoj v čase.

**Klíčová slova.** Patientský simulátor, simulace, neonatologie.

## I. MOTIVACE

Moderní výukové prostředky, jako jsou patientské simulátory, dovolují navenek prezentovat téměř jakékoli chování pacienta, včetně možnosti jeho propojení s reálnou zdravotnickou technikou. Zároveň umožňují reagovat na vnější zásahy, jako je např. srdeční masáž apod. Vzniká tak iluze „umělého pacienta“.

Věrohodnost jeho projevů je hlavním kladem, který lze s výhodou využít pro podporu rychlé diagnostiky. Zároveň se simulátorem mohou pracovat jak lékaři, tak i sestry, což vede k posilování týmové spolupráce celého pracoviště.

## II. CÍL PRÁCE

Cílem této práce je zavedení interaktivního novorozeneckého simulátoru do interní výuky zdravotnických pracovníků Oddělení neonatologie s JIP/JIRP, Gynekologicko-porodnické kliniky Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a 1. LF UK a vytvoření vhodného systému hodnocení praktických dovedností a postupů jednotlivých probandů.

Na základě opakovaných simulací bude následně sledován a vyhodnocován rozvoj a udržování praktických dovedností lékařů a sester na Oddělení neonatologie a tím se očekává průběžné zvyšování kvality poskytované péče

v tomto náročném a neustále se vyvíjejícím oboru intenzivní medicíny.

## III. METODY A VYBAVENÍ

### A. Novorozenecký simulátor Laerdal SimNewB®

Simulátor SimNewB (Laerdal, Norsko) představuje fyziologického novorozence, narozeného v řádném termínu, s porodní hmotností 3200g, viz obr. 1. Věrně je simulován pohyb končetin, pohyb hrudníku, reálné zvuky a např. i projev centrální cyanózy. K simulátoru novorozence je možné připojit reálnou zdravotnickou techniku, například patientský monitor (možnost měření EKG), kapnometr (měření vydechovaného CO<sub>2</sub>) a tonometr pro neinvazivní měření krevního tlaku. Pro poslech srdeční akce je možné použít fonendoskop. Figurína má věrně provedené dýchací cesty, které umožňují intubaci. V případě chybného zavedení endotracheální trubice lze intubovat žaludek.



Obr. 1: Simulátor SimNewB (Laerdal, Norsko)

### B. Ovládání simulátoru a jeho umístění

Simulátor je ovládán pomocí operátorského PC a řídicí jednotky, která je spojena se simulátorem. Zároveň je simulátor připojen k rozvodu stlačeného vzduchu a CO<sub>2</sub>.

Operátor může ovlivňovat hodnoty jednotlivých vitálních funkcí (konkrétně EKG, SpO<sub>2</sub>, RESP, NIBP, motorické projevy pohybu končetin a zvukové projevy) v závislosti na simulované akci.

Jednotlivé parametry však u simulátoru SimNewB nemají žádné vzájemné vazby a proto je nutné nastavení

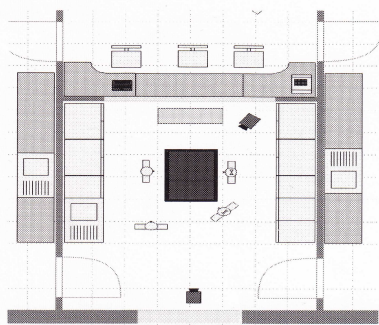
všech hodnot vitálních funkcí na odpovídající úrovni.

Řešením je využívání tzv. scénářů, kde jsou vývoje jednotlivých zmíněných funkcí předdefinovány. Simulátor pak reaguje na vnější intervenci personálu – stlačování hrudníku a pohyb vzduchu v dýchacích cestách. Odpovědi simulátoru jsou adekvátní kvalitě prováděné intervence.

Ostatní zákroky, např. podávání léčiv, figurína nedokáže vyhodnotit sama, ale operátor musí tyto akce definovat v řídicím SW.

Prostorové dispozice Oddělení neonatologie Všeobecné fakultní nemocnice v Praze dovolily umístění simulátoru do blízkosti oddělení – obr. 2, do samostatného boxu (původně zákrokový sálek), který je zařízen jako reálné oddělení.

Pracoviště operátora je situováno vně simulační místnosti. Tyto skutečnosti zajišťují dostatečně realistické provádění výukových aktivit.



Obr.2: Prostorové dispozice simulační místnosti na Oddělení neonatologie s JIP/JIRP, Gynekologicko-porodnické kliniky VFN v Praze a LF UK

### C. Scénáře simulací

Průběhy simulovaných stavů pacienta, tzv. scénáře, definují výchozí hodnoty vitálních funkcí a jejich vývoje v čase. Zároveň jsou definovány minimální požadavky na kvalitu a periodicitu vnějších intervencí, jsou definovány posloupnosti jednotlivých zákroků a to tak, aby odpovídaly standardně používaným postupům a doporučením.

V rámci interního vzdělávání zdravotnických pracovníků Oddělení neonatologie byly zařazeny scénáře zaměřené na resuscitaci novorozence ručním resuscitátorem (vakem) nebo resuscitačním přístrojem, jako je Neopuff (Fisher&Paykel, Nový Zéland), Resuscitace + přetlaková ventilace a masáž hrudníku. Tvorba vlastních scénářů je SW prostředky umožněna.

### D. Systém výuky personálu neonatologie

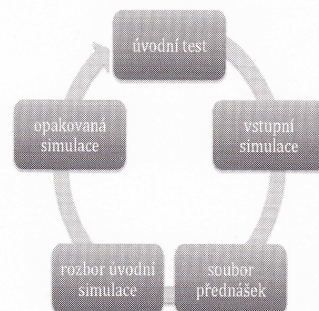
Průběh výuky je volen tak, aby bylo možné u jednotlivých probandů sledovat zvyšování dovedností. Na úvod probandů odpoví na základní otázky, týkající se průběhu resuscitace novorozence.

Následně absolvují simulované situace, které jsou

hodnoceny - klasifikuje se posloupnost akcí, kvalita prováděných úkonů a celkový čas. Modelované situace jsou pro všechny probandy stejné.

Po úvodních – vstupních testech a simulacích proběhne soubor přednášek k dané problematice a provede se rozbor úvodních simulací.

S odstupem času dojde k opakování úvodních situací, které budou opět vyhodnoceny. Celý proces se opakuje s odstupem 6 měsíců.



Obr.3: Diagram výukového procesu

### E. Hodnotící kritéria

Klasifikace spočívá ve zjišťování správné návaznosti jednotlivých kroků/úkonů (hodnocení ANO/NE), v hodnocení kvality prováděných úkonů (stupnice 1-3, kdy nejnižší číslo odpovídá správnému provádění výkonu, číslo 2 – s chybami a 3 – zásadní chyby) a celkovým časem průběhu simulace. Celkový čas zároveň zohledňuje efektivní provádění nezbytných úkonů.

## IV. VÝSLEDKY

V současné době probíhá druhá vlna simulací 35 probandů. Pilotní výsledky dokazují, že simulátor je efektivním nástrojem pro výuku.

Časové rozdíly mezi prvním a druhým cyklem se pohybují mezi 30 – 55 s. u obou scénářů (resuscitace s maskou, resuscitace včetně srdeční masáže) ve prospěch druhé simulace. U všech probandů dochází i ke zvýšení kvality praktických úkonů.

## V. DISKUSE

Pilotní výsledky potvrdily efektivitu simulátoru. Stanovené úkony jsou hodnoceny v rozsahu 1-3 (dobře, s chybami, zásadní chyby), což je poměrně hrubé ale dostatečné. Srovnávají se tím výkony různých hodnotitelů.

Měření celkového času průběhu scénáře je další klíčový údaj, který je vyhodnocován. Počátek měření je jasně určen



startem simulace, měření času je ukončeno dosažením stabilizovaných hodnot saturace  $SpO_2 = 90\%$ . Zde musí obsluha pečlivě sledovat patientský monitor, jinak zavádí chybu.

## VI. ZÁVĚR

Cílem této práce bylo vytvořit použitelný systém hodnocení praktických dovedností a postupů jednotlivých probandů, a tím sledovat jejich vývoj v čase. Povzbudivé výsledky pilotních simulací prokázaly použitelnost systému výuky na klinickém pracovišti a podporují pokračování v tomto výzkumu.

## PODĚKOVÁNÍ

Tato práce vznikla z podpory SGS11/080/OHK4/1T/17, RP MŠMT 05/115117/17110. Veškeré publikované výsledky plynou z nasazení simulátoru novorozence na Oddělení neonatologie s JIP/JIRP, Gynekologicko-porodnické kliniky, Všeobecné fakultní nemocnice v Praze a I. LF UK.

## REFERENCE

- [1] WEBSTER, J., G. *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. 1<sup>st</sup> ed. Wiley-Interscience, 1988.
- [2] European Resuscitation Council : Interdisciplinary Council For Resuscitation Medicine and Emergency Medical Care. *ERC guidelines 2010*. [online]. 2010 [cit. 2011-06-26]. ERC Guidelines 2010. Dostupné z WWW: <<http://erc.edu>>.
- [3] RILEY, R., H. *A Manual of Simulation in Healthcare*. 1<sup>st</sup> ed. Oxford University Press, 2008.